

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3131010号
(P3131010)

(45) 発行日 平成13年1月31日 (2001.1.31)

(24) 登録日 平成12年11月17日 (2000.11.17)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

21/3065

21/302

B

請求項の数 2 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-64760

(22) 出願日 平成4年3月23日 (1992.3.23)

(65) 公開番号 特開平5-267191

(43) 公開日 平成5年10月15日 (1993.10.15)

審査請求日 平成10年12月14日 (1998.12.14)

(73) 特許権者 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

(72) 発明者 ▲のぼり▼ 和宏

愛知県栗原郡木曽川町大字黒田字北宿二

ノ切66番地の1

(72) 発明者 牛越 隆介

愛知県半田市新宮町1丁目106番地 日

本碍子新宮アパート206号

(74) 代理人 100059258

弁理士 杉村 暁秀 (外9名)

審査官 加藤 浩一

(56) 参考文献 特開 平4-87178 (J P, A)

特開 平4-269822 (J P, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体ウエハー加熱装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 緻密質セラミックスからなる盤状基体の内部に抵抗発熱体を埋設してなるセラミックスヒーターと、緻密質セラミックスからなり、両端が開口している筒状体と、前記盤状基体と前記筒状体の端面との間に設置された軟質金属製の環状部材と、前記セラミックスヒーターの側周面を支持する支持部材と、前記筒状体を前記盤状基体の方へと押圧する押圧用部材とを備え、前記盤状基体及び前記筒状体を前記環状部材に押しつけることにより前記盤状基体と前記筒状体との間を気密にシールできるように構成された、半導体ウエハー加熱装置。

【請求項2】 前記押圧用部材が、実質的に恒温状態にあるばねであることを特徴とする、請求項1記載の半導体ウエハー加熱装置。

【発明の詳細な説明】

2

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、プラズマCVD、減圧CVD、プラズマエッチング、光エッチング装置等を使用される半導体ウエハー加熱装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 スーパークリーン状態を必要とする半導体製造用装置では、腐食性ガス、エッチング用ガス、クリーニング用ガスとして塩素系ガス、弗素系ガス等の腐食性ガスが使用されている。このため、ウエハーをこれらの腐食性ガスに接触させた状態で加熱するための加熱装置として、抵抗発熱体の表面をステンレススチール、インコネル等の金属により被覆した従来のヒーターを使用すると、これらのガスの曝露によって、塩化物、酸化物、弗化物等の粒径数 μm の、好ましくないパーティクルが発生する。また、いわゆる間接加熱方式の半導体ウ

3

エハー加熱装置が開発されている。ところがこの方式のものは、直接加熱式のものに比較して熱損失が大きいこと、温度上昇に時間がかかること、赤外線透過窓へのCV D膜の付着により赤外線の透過が次第に妨げられ、赤外線透過窓で熱吸収が生じて窓が過熱すること等の問題があった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記の問題を解決するため、本発明者等は、円盤状の緻密質セラミックス内に抵抗発熱体を埋設し、このセラミックスヒーターをグラフィット製ケースで保持した加熱装置について検討した。その結果この加熱装置は、上述のような問題点を一掃した極めて優れた装置であることが判明した。しかし、こうした加熱装置では、円盤状セラミックスヒーターの背面側に、電力供給用の電極や端子、熱電対などを取り付ける必要がある。そして、これらの金属製部材が高温の腐食性ガスに曝されると、腐食を受ける。また、セラミックスヒーターの背面に、導電性膜が徐々に堆積してくると、一対の電極の間で、また電極とケースとの間で、放電や漏電が起こる。本発明の課題は、電力供給用の電極や端子、熱電対等の腐食や、電極間の放電、漏電を防止できるようにすることである。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、緻密質セラミックスからなる盤状基体の内部に抵抗発熱体を埋設してなるセラミックスヒーターと、緻密質セラミックスからなり、両端が開口している筒状体と、前記盤状基体と前記筒状体の端面との間に設置された軟質金属製の環状部材と、前記セラミックスヒーターの側周面を支持する支持部材と、前記筒状体を前記盤状基体の方へと押圧する押圧用部材とを備え、前記盤状基体及び前記筒状体を前記環状部材に押しつけることにより前記盤状基体と前記筒状体との間を気密にシールできるように構成された、半導体ウエハー加熱装置に係るものである。

【0005】上記の半導体ウエハー加熱装置において、押圧用部材を、実質的に恒温状態にあるばねとし、このばねの圧縮荷重又は引張荷重を利用して筒状体を盤状基体の方へと押しつけると特に好ましい。ここで、「実質的に恒温状態にある」とは、ばねの周囲温度がほぼ一定に保たれ、従ってばねのばね定数がほぼ一定に保たれている状態にあることをいう。

【0006】

【実施例】図1は、半導体製造装置に本実施例の加熱装置を取り付けた状態を示す断面図である。容器17に貫通孔15、16が設けられ、容器17の内部空間14に本実施例の加熱装置が設置されている。容器17の上側壁面に、円形貫通孔20Aと水冷ジャケット18が設けられている。円筒状体6は、緻密でガスタイトなセラミックスからなり、円筒形状の本体6cと、本体6cの末端に設けられた円環状のフランジ6aとから構成されている。本体6cが円形貫通

4

孔20Aに挿通、固定され、本体6cと容器17とがOリング8で気密にシールされる。

【0007】略円盤状のセラミックスヒーター1は、略円盤状の基体2と、基体2の内部に埋設された抵抗発熱体3とからなる。基体2は、緻密でガスタイトなセラミックスからなる。抵抗発熱体3は、例えば渦巻状に埋設されており、抵抗発熱体3の両末端が、それぞれ端子12に連結されている。各端子12の表面が、基体2の背面2b側に露出し、各端子12の露出面に丸棒状の電極9が連結され、各電極9の末端にリード線10が接続されている。また、基体2の背面2bに熱電対11の先端が固定される。電極9及び熱電対11は、円筒状体6の内側空間6b内を上下方向に延びる。基体2の外周面には円環状のフランジ2aが形成され、支持部材4の下部内周面にフランジ4aが形成されており、フランジ4aの上にフランジ2aが載置される。支持部材4の上に押え板5が設置され、支持部材4と押え板5とが、ボルト等で締結されている。

【0008】押え板5の円形貫通孔5aに本体6cが挿通され、押え板5の下側面にフランジ6aが当接している。フランジ6aと基体2の表面との間に、円環状部材7が設置される。この円環状部材7の幅方向断面は円形であり、軟質金属からなる。押圧用部材であるボルト22を締めつけることによって押え板と支持部材4とを締結し、基体2と円筒状体6との間に負荷を加え、円環状部材7をフランジ6a及び背面2bに対して加圧し、気密にシールする。これにより、隙間13Aと内側空間6bとの間の通気がほぼ遮断される。

【0009】セラミックスヒーター1は、ホットプレス焼結、常圧焼結によって製造することができる。円筒状体6については、射出成形又は押し出し成形、プレス成形、静水圧プレス成形し、常圧焼結して製造することができる。

【0010】本実施例の加熱装置によれば、従来の金属ヒーターの場合のような汚染や、間接加熱方式の場合のような熱効率の悪化の問題を解決できる。また、電極9、端子12が容器の内部空間14の雰囲気には曝されないため、電極9等の腐食、電極9からの汚染、さらには、真空中での電極間又は電極と容器17との間の放電、漏電のおそれがない。

【0011】また、本出願人の研究によれば、特に真空中の場合、熱電対の周囲のガス分子の挙動は、大気圧～1 torrの状態においては粘性流域にあるが、真空度が高まると分子流域に移行し、これに伴って熱電対における熱移動の様相が大幅に変化するため、正確な温度測定ができなくなることが判っている。また、粘性流域においても、圧力変動が大きい場合は温度測定誤差が存在することが判っている。この点、本実施例では、熱電対11が容器内雰囲気には曝されないため、上記のような温度測定誤差の問題は生じない。

【0012】また、円筒状体6とセラミックスヒーター

10

20

30

40

50

1とを、軟質金属からなる円環状部材7でシールできることが重要であり、これによりシールが非常に容易になるし、かつ安定になる。本発明者は、セラミックスヒーター1と円筒状体6とをガラス接合することも検討したが、両者の接合強度を大きくし、接合部分のクラックや破壊を防止するのは、製造上かなり難しいことが解った。これは、ガラス接合部分に熱応力が集中するからであった。また、こうしたガラス接合を行うには、一般に1400℃以上での加熱処理が必要であるが、この際にタングステン線の劣化等の悪影響があった。

【0013】なお、ゴム製のOリングを用いることも検討したが、この使用温度の上限は高々300℃であり、低温用途のみに限定されてしまう。また、インコネルやステンレス製のメタルOリング、メタルCリングでは、セラミックス同士を気密にシールすることは難しく、気密性を上げようとして大きな荷重をかけると、セラミックスにクラックが生ずる場合があった。

【0014】また、円筒状体6と、セラミックスヒーター1とが別体であるので、いずれかにクラック等の故障が生じた場合には、両者を分離し、故障した方だけを交換することができる。円筒状体6とセラミックスヒーター1とをガラス接合すると、接合部分にクラックが入り易いうえに、一度クラックが入ると一括して取り換えるしかない。しかも、軟質金属製の円環状部材7には応力緩和作用があるので、各部材の熱応力を吸収できる。また、ボルト22の締結力を調整することで、円環状部材7に加わる圧力を変更でき、従って円環状部材7によるシール性能を適宜変化させることができる。

【0015】円環状部材7を構成する軟質金属としては、耐蝕性と融点が高い白金が最も好ましい。他に、ニッケル、銀、金が耐蝕性の点で好ましい。銅は、半導体に悪影響を及ぼしうる。

【0016】基体2、円筒状体6の材質としては、シリコンナイトライド、サイアロン、窒化アルミニウム等が好ましく、シリコンナイトライドやサイアロンが耐熱衝撃性の点で更に好ましい。また、ハロゲン系腐食性ガスに対する耐蝕性の点では、窒化アルミニウムが最も好ましい。抵抗発熱体3の材質としては、タングステン、モリブデン、白金等が好ましい。容器17と円筒状体6との間のシールは、図1に示すOリングの他、拡散接合、摩擦圧接、表面にスパッタリングで金属薄膜を設けたうえでの摩擦圧接、ガラス接合、メタルパッキング等によることができる。

【0017】円環状部材7は、例えば図2に示すようにして、容易に製造することができる。まず図2(a)に示すように、軟質金属からなる線材7Aを用意し、図2(b)に示すように、線材7Aを円形に加工して両端をスポット溶接する。図中、23は溶接による膨張部分である。次いで、膨張部分を削り落とし、図2(c)に示す円環状部材7を得る。

【0018】図3に示すように、フランジ6aの下端面にリング形状の溝19を形成することもできる。この溝19の幅方向断面形状は長方形であり、溝19内に円環状部材7の上半部を収容する。

【0019】図4は、他の実施例に係る加熱装置を容器17に取り付けた状態を示す断面図である。図1に示したものと同一の部材には同一の符号を付け、その説明は省略する。本実施例では、幅の比較的大い筒状体26を用いる。円筒状本体26cの上端に、外側へと広がる円環状の支持フランジ26dが設けられる。円筒状本体26cの下端に、やはり円環状のフランジ26aが突設される。容器17の上側壁面に円形貫通孔20bが設けられ、円筒状本体26cが円形貫通孔20bに挿通され、支持フランジ26dが容器17の上側壁面に架け渡されている。支持フランジ26dと容器17との間が、Oリング8によって気密にシールされる。

【0020】支持部材4の上端に押え板21がボルト22によって締結され、フランジ26aの上に押え板21が支持される。フランジ26aと背面2bとの間に円環状部材7Bを設置し、これによって、内側空間26bと隙間13Bとの間を気密にシールする。

【0021】本実施例においては、前述の効果に加え、以下の効果を奏しうる。

(1) 筒状体26の直径が大きく、基体2の直径に匹敵するため、荷重が分散し、セラミックスの破壊が生じにくい。

(2) 熱CVD装置の場合には、半導体ウエハー以外に堆積したCVD膜をプラズマでクリーニングする必要がある。この場合、内側空間26bにプラズマ用電極を配置することができるため、プラズマ用電極が容器内のガスの雰囲気中にさらされないという特徴がある。

(3) 内側空間26bに冷却構造を取り付けることにより、冷却時の応答性を良好とすることができる。

(4) 内側空間26bに、半導体ウエハーのチャック面の温度分布に合わせて断熱、冷却手段を設けることにより、このチャック面の温度分布をコントロールできる。

【0022】図1に示す加熱装置を作製した。円環状部材7は白金で形成し、基体2、円筒状体6、支持部材4、押え板5はシリコンナイトライドで形成し、抵抗発熱体3、端子12、電極9はタングステンで形成した。容器17内の圧力を 1×10^{-4} mmHgとし、ヒーター表面を1000℃に加熱し、内側空間6bにヘリウムガスを流し、リーク試験を行った。リーク量は、 6.5×10^{-4} atm・cc/秒以下であった。

【0023】上記の各例において、略円盤状の基体2、円筒状体6、筒状体26の形状は種々変更できるし、これに伴って円環状部材7、7Bの平面的形状も種々変更できる。また、円環状部材7、7Bの幅方向断面の外形も、リング状、C字形等に変更することができる。

【0024】図5は、本発明の他の実施例に係る半導体

ウェハー加熱装置を容器17に取り付けた状態を概略的に示す断面図である。本実施例においては、支持部材27の下端内周面にフランジ27aが設けられ、支持部材27の上端外周面のフランジ27bが、ボルト22で容器17に固定されている。円盤状基体2のフランジ2aが、円環状の断熱材30Aを介してフランジ27a上に支持される。フランジ2aの外周面と支持部材27との間に、断熱材30Bが挟まれている。断熱材30A、30Bは、アルミナ等によって形成することが好ましい。

【0025】容器17の壁面に貫通孔20Cが設けられ、貫通孔20Cを囲むように上方へと円筒状の突設部28が延設されている。円板状基体2の背面2bの上方に、円筒状体6が設置され、フランジ部6aと背面2bとの間が円環状部材7でシールされている。円筒状体6は、貫通孔20Cを通り、突設部28の上方まで延びている。突設部28の上端内周と円筒状体6の外周面との間が、リング8Aで気密シールされ、突設部28の外周を囲むように冷却ジャケット29が設置されている。本実施例では、端子12Aに雌ネジを形成し、丸棒状の電極9の先端に雄ネジを形成し、この雌ネジと雄ネジとを螺合させる。また、熱電対11Aを背面2b側に固定してある。

【0026】容器17の上側壁面に、シャフト31を、好ましくは複数本、ネジ止め等によって固定する。ベースプレート34の所定位置に貫通孔34aを設け、各貫通孔34aにシャフト31をそれぞれ挿通する。シャフト31のうち一部に雌ネジ（図示せず）を設け、これらにナット32を嵌め合わせ、ナット32とベースプレート34との間に皿ばね33を固定する。ベースプレート34の内側に円形の内側プレート35を設置し、内側プレート35の貫通孔に、電極9及び熱電対11Aを挿通し、電極9及び熱電対11Aと内側プレート35との間をリング8Cでシールする。

【0027】治具36の上端面に半球状の座36aを形成し、座36aを内側プレート35の中央部に当接させる。治具36の内側に電極9及び熱電対11Aを通し、治具36の内周面の下半部に円筒形状の窪み36bを設ける。窪み36bの中に円筒状体6の上端部を収容し、円筒状体6の上端面と治具36との間に、軟質金属からなる緩衝材37を挟む。円筒状体6の外周面と、治具36の下端内周面との間を、リング8で気密にシールする。治具36の下半部の外周を囲むように、冷却ジャケット29を設置する。

【0028】ナット32を締結して皿ばね33に圧縮荷重をかけ、ベースプレート34及び内側プレート35を下方へと押圧し、球座36aを下方へと押し下げる。この押圧力は、治具36、緩衝材37、円筒状体6を介して、円環状部材7、背面2bへと伝わる。シャフト31及び支持部材27は、共に容器17に固定されている。

【0029】本実施例によれば、図1の例で述べた効果を奏する。しかも、押圧用部材である皿ばね33が、容器17の外側にあることが重要である。即ち、セラミックスヒーター1を高温にしたときにも、皿ばね33が容器外

にあることから、皿ばね33の弾性復元力は実質的に変化しない。従って、セラミックスヒーター1が発熱するときにも、円環状部材7へと加わる加圧力はあまり変わらず、従ってこれによるシール性能も保持できる。

【0030】また、内側プレート35と治具36とを別体にしたことが重要である。即ち、これらが一体であるとする、皿ばね33により負荷された応力が平面的にみて円周方向に均等に分散されていないと、セラミックス製の円筒状体6の端面に大きな偏荷重（曲げ応力、せん断応力）がまともにかかってしまい、円筒状体6が破壊するおそれがある。また、プレート34、35と、治具36を別体にした場合にも、両部材を平面的に固体接触させるものとする、接触面を非常に精度良く加工しなければ、この平面同士の接触部分の公差によって偏荷重を与えることになる。このような高精度加工は、困難であり、高コストでもある。本実施例では、治具36をプレートと別体とし、かつ治具36の中心の球座36aに一旦荷重を集中させることで、上記の問題を解決している。

【0031】また、銅、金、ニッケル等からなる緩衝材37を円筒状体6の端面に当接させることで、この端面にかかる偏荷重を緩和し、円筒状体6を構成するセラミックスの破壊や欠けを防止する。また、本例では、円筒状体6と容器17の間を、ゴム製のリング8Aでシールしている。本発明者は、メタルバックグについて検討したが、加工時の寸法精度とコストの点で不利であった。しかし、セラミックスヒーター1を高温にすると、大量の熱が発生し、リング8Aが溶けるおそれがでてくる。そこで、延設部28の先端でシールすることでリング8Aとヒーターとの間隔を大きくし、かつ冷却ジャケット29でリング8Aの周辺を冷却する。また、上記と同様の理由から、治具36と円筒状体6の間をリング8Bでシールし、かつその外側に冷却ジャケット29を設置する。

【0032】また、断熱材30A、30Bによって、セラミックスヒーター1の熱が支持部材27へと伝わるのを防止する。こうした支持部材27は金属製であり、高温に曝されると熱膨脹し、半導体ウェハー設置面の容器中における位置がズレるため、生産性が低下する場合がある。また、支持部材27中の金属成分の一部が、高温中で蒸散し、汚染源となるおそれがある。そこで、断熱材30A、30Bで、支持部材27の温度上昇を極力抑えた。

【0033】また、断熱材30A、30Bを構成する材料としては、アルミナが好ましい。本発明者は、 ClF_3 、 NF_3 等のハロゲン系腐蝕性ガスに対してアルミナが安定であることを確認している。ただし、アルミナは引張強度が低いので、これらをアルミナで形成しても、破壊はしにくい。またアルミナからなる断熱材30Aを厚くすると、アルミナの耐熱衝撃性が低いことから、熱衝撃破壊を起こすおそれがある。そこで、例えば厚さ1.5 mmの薄い板で

断熱材30Aを形成し、かつ断熱材30Aを2枚以上積層することで、断熱材30Aの熱衝撃破壊を防止した。

【0034】

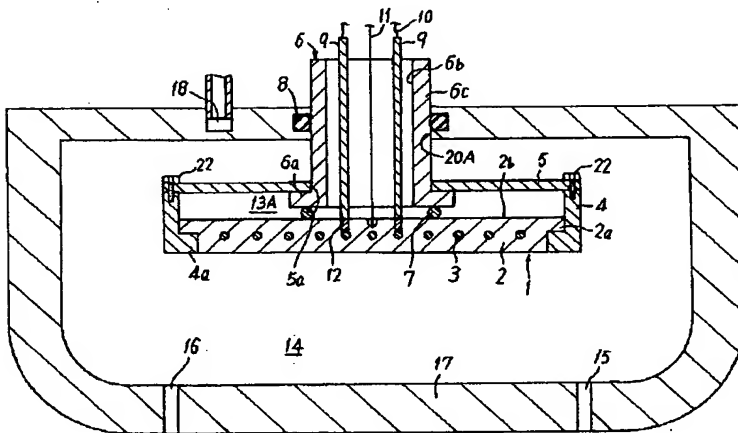
【発明の効果】本発明の加熱装置によれば、従来の金属ヒーターの場合のような汚染や、間接加熱方式の場合のような熱効率の悪化の問題を解決できる。また、電極、端子等が容器の内部空間の雰囲気には曝されていないので、電極等の腐食、電極からの汚染、さらには、真空中での電極間又は電極と容器との間の放電、漏電のおそれがない。

【0035】また、筒状体とセラミックスヒーターとを、軟質金属からなる環状部材でシールできることが重要であり、これによりシールが非常に容易になるし、かつ安定になり、また製造も容易になる。また筒状体とセラミックスヒーターが別体であるので、いずれかにクラック等の故障が生じた場合は、両者を分離し、故障した方だけを交換することができる。また、環状部材に応力緩和作用があるので、筒状体やセラミックスヒーターが破壊しにくい。また、筒状体を盤状基体の方へと押圧する押圧用部材を備えており、この押圧用部材による押圧力を調整することで、環状部材に加わる圧力を調整し、そのシール性能を調整することができる。

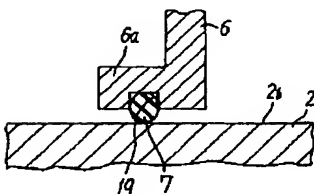
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係る加熱装置を容器17に取り*

【図1】



【図3】



*付けた状態を示す断面図である。

【図2】(a), (b)及び(c)は、円環状部材7の各作製段階を示す平面図である。

【図3】円環状部材7を溝19に収容する例について図示する部分拡大断面図である。

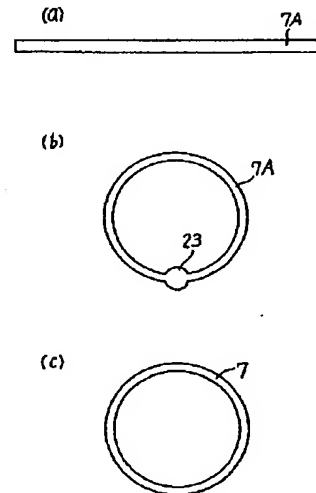
【図4】他の実施例に係る加熱装置を容器17に取り付けた状態を示す断面図である。

【図5】更に他の実施例に係る加熱装置を容器17に取り付けた状態を示す断面図である。

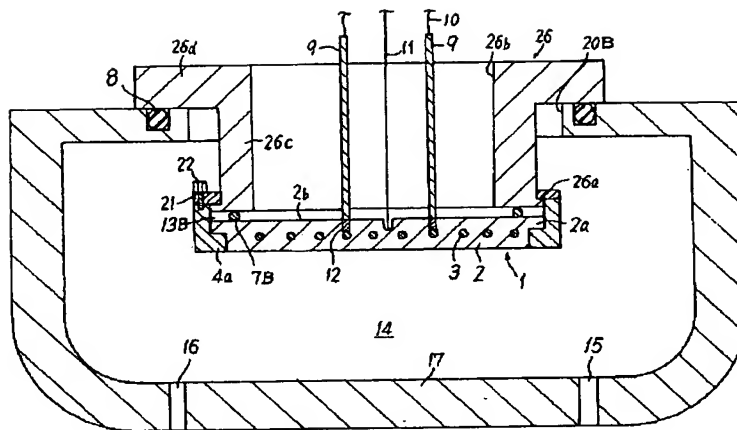
【符号の説明】

- 1 セラミックスヒーター
- 2 円盤状基体
- 2b 背面
- 3 抵抗発熱体
- 4, 27 支持部材
- 6 円筒状体
- 7, 7B 円環状部材
- 9 電極
- 11, 11A 熱電対
- 12, 12A 端子
- 22 ボルト（押圧用部材の例）
- 26 筒状体
- 33 皿ばね（押圧用部材の例）

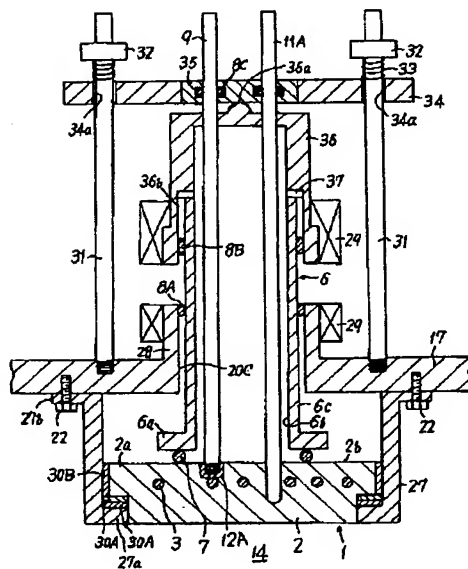
【図2】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01L 21/205

H01L 21/3065